

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 601 787**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 10320**

(51) Int Cl⁴ : G 03 F 7/20; G 02 B 26/10; G 02 F 1/11.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 16 juillet 1986.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 22 janvier 1988.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : PRIMAT Didier. — CH et BEAUVOIS
Jacques, BASSET Frédéric, BOUIN Thierry et BILLIOTTE
Jean-Marie. — FR.

(72) Inventeur(s) : Didier Primat, Jacques Beauvois, Frédéric
Basset, Thierry Bouin et Jean-Marie Billiotte.

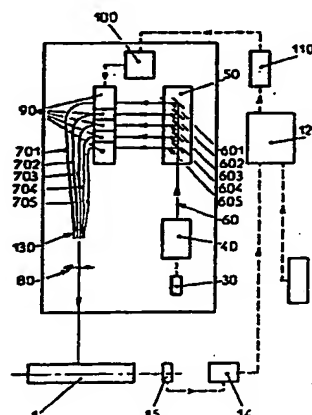
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CAPRI.

(54) Dispositif de traçage optique multivoie.

(57) Un dispositif de traçage optique pour l'insolation d'une
feuille photosensible selon des lignes contiguës de point; à
partir d'informations numérisées, comporte au moins deux
voies parallèles de traitement desdites informations pour tracer
au moins deux lignes simultanément.

Ce dispositif de traçage, du type à tambour rotatif 1 et à
table à déplacement linéaire 2 par exemple, peut comporter un
dispositif optique 50 pour diviser le rayon 60 émis par l'émet-
teur laser 40 en autant de rayons secondaires que de voies.
Après avoir été modulés par des modulateurs acousto-optiques
90, ces rayons laser secondaires sont guidés par des fibres
optiques dont les extrémités sont juxtaposées sur une ligne
pour former la source de lumière 130.



FR 2 601 787 - A1

La présente invention a pour objet un dispositif de traçage optique multivoie.

Actuellement, la réalisation des circuits imprimés mono ou multicouche, du stade de leur conception à celui de leur production en grande série, se déroule généralement de la façon suivante : les bureaux d'études des entreprises fabriquant des appareils ayant une composante électronique conçoivent, le cas échéant avec l'aide d'ordinateurs (C.A.O.), des circuits dont le tracé, c'est-à-dire la disposition de pastilles et des pistes conductrices, est optimal. Les coordonnées de ce tracé sont fournies à un traceur qui effectue un "master" du circuit correspondant par insolation d'une plaque de verre ou d'un film plastique photosensible sur lequel, après développement, apparaissent en noir les zones conductrices (ou les zones isolantes) du circuit. Le master ainsi obtenu (ou un cliché de ce master) est alors envoyé à un fabricant de circuits imprimés qui établit, au moyen d'un digitaliseur, le programme de perçage d'une plaque de matériau composite (plaque de résine armée recouverte d'un film de cuivre) de dimension standard, dans laquelle seront fabriqués plusieurs circuits correspondant audit master. Ce programme établi, on procède au perçage d'un flanc-test de même dimension sur lequel sont assujettis, ensuite manuellement, en correspondance avec les trous résultant dudit perçage, autant de clichés du master que de circuits à fabriquer ultérieurement dans une plaque de dimension standard. Pour finir, on fait de ce flanc-test percé, auquel sont assujettis les clichés du master, une contre-photo qui servira de masque lors de l'opération d'insolation de plaques de matériau composite recouvertes, du côté du cuivre, d'une gelée photosensible.

Le procédé usuel d'élaboration des circuits imprimés tel qu'il vient d'être décrit brièvement n'est pas satisfaisant à plus d'un titre. D'une part, il est fréquent que les masters ou les clichés qui en sont pris soient altérés (rayés, déformés, empoussiérés, etc) lors de leur transmission par les bureaux d'études aux fabricants de circuit imprimés. Naturellement, ces altérations sont reproduites sur les copies des masters ou des clichés originaux. D'autre part, la fixation manuelle desdites copies sur les flancs-tests percés n'est pas d'une très grande précision. Ce procédé d'élaboration, au cours duquel les facteurs d'imprécision s'accumulent, ne permet donc pas de tirer parti, au stade de la fabrication, de la précision obtenue lors de la réalisation des masters par les traceurs.

Il va de soi que ce procédé serait substantiellement amélioré si la solution de continuité qui existe actuellement entre le stade de conception et le stade de fabrication proprement dit pouvait être éliminée, c'est-à-dire s'il était possible d'insoler les plaques de matériau composite enduites de gelée photosensible au travers d'un master de la taille de ces plaques comportant le trace de plusieurs circuits, ledit master ayant été obtenu directement au moyen d'un traceur, à partir des coordonnées numérisées desdits circuits.

Malheureusement, les traceurs disponibles sur le marché ne permettent pas de mettre en oeuvre cette solution, aussi évidente que rationnelle, au problème posé, du fait de la durée prohibitive du temps de traçage d'un tel master.

Les traceurs disponibles actuellement sont, soit des traceurs à plat, soit des traceurs rotatifs.

Un traceur à plat de type classique comporte un banc horizontal fixe enfermé dans une enceinte étanche à la lumière et une tourelle mobile dans un plan horizontal surplombant ledit banc. La tourelle comporte une source de lumière, des gabarits constitués par des plaques percées de trous de formes diverses correspondant aux différents tracés possibles et un objectif prévu pour former l'image des gabarits sur une feuille photosensible assujettie au banc, lesdits gabarits étant interposés entre la source de lumière et l'objectif. Le traceur comporte également une unité de mémoire où est stocké le tracé du circuit à fabriquer. La tourelle se déplace conformément aux données mises en

mémoire et le ral lumineux qu'elle émet reproduit ce tracé sur une feuille photosensible, en l'insolant. Ce traceur présente l'intérêt d'être très précis. En contrepartie, il est lent, ce qui le rend inutilisable au stade de la production, en particulier pour les circuits complexes et de grande taille, la durée d'insolation totale étant fonction de la longueur des pistes conductrices.

Un autre type de traceur à plat, dit traceur "F0", comporte un banc mobile parallèlement à un axe, un émetteur laser, un modulateur pour interrompre le rayon laser selon une séquence correspondant au tracé numérisé d'un circuit imprimé ainsi qu'un dispositif de balayage optique du banc, ledit balayage étant perpendiculaire à l'axe de déplacement du banc. Le dispositif de balayage comprend un organe de balayage constitué par un miroir polygonal tournant à vitesse constante sur coussins d'air, ainsi qu'une lentille F0 assurant la constance de la vitesse du point d'impact du rayon laser sur la ligne de balayage. Ce traceur a l'intérêt d'être précis et d'être beaucoup plus rapide que le traceur à plat de type classique, la durée d'exposition totale de la feuille photosensible étant indépendante de la complexité du circuit reproduit. Il n'est toutefois pas assez rapide pour être utilisable au stade d'une production en série. Il présente en outre l'inconvénient d'être très coûteux, les deux éléments principaux de son dispositif de balayage, savoir la lentille F0 et la structure réfléchissante polygonale, étant très délicats à fabriquer.

Par opposition à la disposition adoptée dans les traceurs à plat évoqués précédemment, dans les traceurs rotatifs, la feuille photosensible à insoler n'est pas disposée sur une surface plane mais sur une surface cylindrique. Ce type de traceur comporte en effet un tambour percé à la surface duquel la feuille à insoler est maintenue grâce à une dépression créée à l'intérieur dudit tambour. Ce tambour est animé d'un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal. Un traceur rotatif comporte en outre une table de support d'un dispositif optique, mobile sur un axe parallèle à l'axe longitudinal du tambour. Ce dispositif optique comprend usuellement un émetteur laser, un modulateur acousto-optique et un objectif concentrant et ajustant le rayon laser sur le tambour, ledit rayon étant perpendiculaire à l'axe du tambour. Le déplacement de la table se fait soit par saut, le rayon laser définissant sur le tambour un cercle à chaque tour, soit de façon

continue, le rayon laser définissant sur le tambour une spirale à chaque tour. Les traceurs à tambour présentent l'intérêt d'être beaucoup moins coûteux que les traceurs F θ et d'être sensiblement plus rapides que les traceurs à plat de type classique, la vitesse avec laquelle ils exécutent le tracé d'un circuit étant indépendante de la complexité dudit circuit. Cette vitesse est cependant limitée, pour des raisons mécaniques. En effet, on ne peut pas augmenter la vitesse de rotation du tambour au-delà du seuil où ledit tambour se déforme sous l'effet des forces centrifuges (effet de tonneau) et où, pour une dépression donnée, la feuille photo-sensible se décolle de son support.

Au-delà de leur mode de réalisation et de fonctionnement différents, les traceurs énumérés ci-dessus ont donc comme point commun une vitesse d'exécution relativement lente, à des degrés divers, qui les rendent inutilisables au stade de la production. Et, dans tous les cas examinés, cette vitesse n'est pas limitée par des facteurs informatiques ou optiques mais par des facteurs mécaniques incontournables, comme par exemple l'effet de tonneau évoqué plus haut à propos des traceurs rotatifs. Par conséquent, si sur la base des traceurs existants, qui sont tous monovoie, on veut réaliser un traceur aux performances substantiellement améliorées, on ne doit pas envisager d'accroître la vitesse relative des supports respectifs de la source lumineuse et de la feuille photosensible, mais plutôt d'augmenter la quantité des informations insolées sur la feuille photosensible par unité de temps, le dispositif mécanique commandant le déplacement relatif du dispositif optique et de la feuille photosensible gardant des caractéristiques proches de celles des matériels existants.

La présente invention se place dans le cadre de cette approche du problème posé par la réalisation d'un traceur de coût raisonnable et de vitesse d'exécution très supérieure à celle des traceurs disponibles actuellement.

Conformément à l'invention, un traceur optique pour l'insolation d'une feuille photosensible selon des lignes contiguës de points, à partir d'informations numérisées, comporte au moins deux voies parallèles de traitement desdites informations pour tracer au moins deux lignes simultanément.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, un traceur optique multivoie comporte un dispositif optique pour diviser le rayon

emis par un émetteur laser en autant de rayons secondaires que de voies, lesdits rayons laser secondaires étant guidés, après avoir été modulés, par des fibres optiques dont les extrémités sont juxtaposées sur une ligne pour former une source de lumière. L'image de cette source
5 de lumière sur une feuille photosensible peut être discontinue et ne représenter qu'une partie des informations nécessaires pour balayer complètement une surface de la largeur de l'image, le balayage complet de ladite surface étant obtenu par intercalage ultérieur d'au moins une autre image discontinue dans une image discontinue.

10 Selon un second mode de réalisation de l'invention, un traceur optique multivoie comporte un générateur haute fréquence pour produire autant de fréquences différentes que de voies et un modulateur acousto-optique pour diffracter le rayon laser initial en autant de rayons secondaires que de voies et pour les moduler.

15 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui va suivre, faite en relation avec les dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 représente le schéma synoptique d'un traceur rotatif conventionnel ; et,

20 la figure 2 représente le schéma synoptique d'un mode de réalisation d'un traceur rotatif multivoie selon l'invention.

La figure 1 est un schéma d'ensemble représentant les différents éléments d'un traceur rotatif monovoie conventionnel. Ce traceur comporte essentiellement un dispositif mécanique pour le déplacement
25 relatif d'un rayon lumineux et d'un support de feuille photosensible, un dispositif optique pour la production, le guidage, l'ajustement et la concentration sur ledit support du rayon lumineux et un dispositif de modulation du rayon lumineux selon des informations numérisées résultant de la "rastérisation" du tracé d'un circuit (c'est-à-dire la
30 conversion des coordonnées vectorielles de ce tracé en informations digitales).

Le dispositif mécanique comprend un tambour 1 percé de trous dans lequel une pompe permet de créer un vide partiel, lequel tambour est
35 entraîné en rotation, à une vitesse comprise typiquement entre 500 et 1500 tours/minute, par un moteur non représenté. Il comprend en outre une table à déplacement linéaire 2, mue en translation parallèlement à l'axe du tambour 1 par saut correspondant à un pixel sur le tambour 1, la

taille du pixel étant usuellement de 0,5 ou 1 mil (soit 12,7 ou 25,4 microns).

Le dispositif optique comprend une alimentation 3 pour un émetteur laser 4, divers écrans 5 pour régler la densité du rayon laser 6, des miroirs 7 pour dévier le rayon 6 et un objectif 8 pour concentrer et ajuster le rayon 6 sur le tambour 1. Le laser utilisé en général est un laser argon ou hélium néon.

Le dispositif de modulation du faisceau laser comprend un modulateur acousto-optique 9, un générateur haute fréquence 10, une unité de commande acousto-optique 11 et une unité de contrôle 12 du débit des informations et de la synchronisation des déplacements recevant les données élaborées par une unité de rasterisation 13 ainsi que les mesures d'un thachymètre 14 associé à un codeur optique 15 couplé au tambour 1.

La figure 2 est un schéma d'ensemble représentant les différents éléments d'un premier mode de réalisation d'un traceur rotatif multivoie selon l'invention. Le principe de fonctionnement de ce traceur est identique à celui du traceur monovoie décrit précédemment, mais il est prévu pour le traitement d'informations sur plusieurs voies parallèles (au nombre de cinq sur la figure, ce nombre étant arbitraire). Son dispositif optique comporte une alimentation 30 pour un émetteur laser 40, un système optique 50 pour diviser le rayon laser unique 60 émis par l'émetteur 40 en cinq rayons secondaires 601 à 605, cinq fibres optiques 701 à 705 pour guider les rayons secondaires modulés jusqu'à une distance adéquate d'un objectif 80 prévu pour ajuster et concentrer sur un tambour 1 la source de lumière 130 constituée par l'extrémité des cinq fibres juxtaposées sur une ligne.

Le traceur multivoie selon l'invention comporte autant de modulateurs acousto-optiques 90 que de rayons secondaire, ainsi qu'un générateur haute fréquence 100, une unité de commande acousto-optique 110 et une unité de contrôle 120 du débit des informations et de la synchronisation des déplacements prévus pour le traitement des informations sur cinq voies parallèles. Le tambour 1, ainsi que la table 2 à déplacement linéaire sont identiques à ceux d'un traceur monovoie, à ceci près que la translation de la table se fait, selon les caractéristiques de l'objectif 80, soit à vitesse constante, soit par saut. En effet, les fibres optiques étant protégées par une gaine, les

extrémités juxtaposées linéairement des fibres proprement dites sont distantes d'environ 50 à 100 microns : si on choisit d'utiliser un objectif 80 formant sur le tambour 1 une image continue de la source de lumière 130, laquelle est donc discontinue, la translation de la table 2 se fera à vitesse constante ; si, au contraire, on choisit d'utiliser un objectif 80 formant sur le tambour 1 une image discontinue de la source de lumière 130, la translation de la table 2 se fera par saut. Soit, par exemple, un objectif 80 grâce auquel, sur une feuille photosensible assujettie au tambour 1, cinq pixels (correspondant à l'émission des cinq fibres) faisant 0,5 mil de diamètre et étant espacés de 1 mil environ, sont définis sur une ligne d'environ 5 mils de long avec netteté. L'image formée sur la feuille photosensible en un tour du tambour 1 est donc discontinue. Selon l'invention, elle est incomplète et ne représente que la moitié des informations nécessaires pour balayer complètement une surface de 5 mils de large. Elle est complétée au cours d'un second tour du tambour 1, la table 2 se déplaçant d'un saut de façon que quatre colonnes de pixels s'intercalent entre les cinq colonnes définies au tour précédent. La table se déplace ensuite d'un saut équivalant à une ligne continue de dix pixels et une nouvelle image incomplète est définie sur la feuille photosensible en un tour de tambour 1. Avec ce mode particulier de réalisation du premier traceur multivoie selon l'invention, la translation de la table 2 supportant le dispositif optique se fait donc par saut selon une séquence binaire, un déplacement court alternant avec un déplacement long.

Un second mode de réalisation d'un traceur multivoie selon l'invention comporte un tambour, une table linéaire et un émetteur laser conventionnels, ainsi qu'une unité de contrôle, une commande acousto-optique et un générateur haute fréquence multifréquence prévus pour le traitement d'informations sur plusieurs voies parallèles. Contrairement au traceur décrit précédemment où cinq rayons laser secondaires obtenus par division d'un rayon unique étaient modulés par autant de modulateurs acousto-optiques, cet autre traceur multivoie ne comporte qu'un modulateur acousto-optique capable de diffracter un rayon laser unique en de multiples rayons secondaires tout en modulant ces derniers individuellement. Le principe mis en oeuvre dans ce modulateur acousto-optique selon l'invention a pour fondement une loi de l'optique selon laquelle la propagation d'une onde acoustique dans un cristal provoque

une déviation des rayons lumineux traversant ledit cristal d'un angle qui est fonction de la fréquence de cette onde. Si donc des fréquences différentes sont simultanément appliquées à un quartz assujéti à un cristal traversé par un rayon lumineux, des ondes acoustiques dues à l'effet piézo-électrique se propagent dans ledit cristal, lesquelles provoquent une modulation spatiale de l'indice de réfraction (effet Brillouin) et, par voie de conséquence, la diffraction du rayon lumineux initial en autant de rayons secondaires que de fréquences. Dans le modulateur selon l'invention, ce sont les fréquences (différentes) associées à chacune des voies du traceur qui, appliquées à un quartz assujéti à un cristal, provoquent la diffraction du rayon laser émis par l'émetteur laser en autant de rayons secondaires. Un objectif convenablement choisi permet d'ajuster et de concentrer ce faisceau diffracté sur le tambour de support d'une feuille photosensible.

L'intérêt de ce second traceur selon l'invention est qu'il est capable de traiter des informations sur un grand nombre de voies parallèles, dix par exemple. Sa vitesse d'exécution en est multipliée d'autant par rapport à celle d'un traceur mono.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits ; elle est au contraire susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDECATIONS

1. Dispositif de traçage optique pour l'insolation d'une feuille photosensible selon des lignes contiguës de points, à partir d'informations numérisées, caractérisé en ce qu'il comporte au moins
5 deux voies parallèles de traitement desdites informations pour tracer au moins deux lignes simultanément.

2. Dispositif de traçage optique selon la revendication 1 comportant un organe de positionnement (1) d'une feuille photosensible et un organe de support (2) d'une source de lumière modulée pour
10 l'insolation de ladite feuille, un émetteur laser (40) et un objectif (80) pour ajuster et concentrer l'image de ladite source de lumière sur ladite feuille, ladite feuille et ladite source de lumière étant animées d'un mouvement relatif tel que le balayage total de la première soit assuré par la seconde, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif optique
15 (50) pour diviser le rayon laser (60) émis par l'émetteur (40) en autant de rayons secondaires que de voies, et en ce que lesdits rayons laser secondaires, après modulation, sont guidés par des fibres optiques dont les extrémités sont juxtaposées sur une ligne pour former la source de lumière (130).

3. Dispositif de traçage optique selon la revendication 1 comportant un organe de positionnement (1) d'une feuille photosensible et un organe de support (2) d'une source de lumière modulée pour l'insolation de ladite feuille, un émetteur laser et un objectif pour
25 ajuster et concentrer l'image de ladite source de lumière sur ladite feuille, ladite feuille et ladite source de lumière étant animées d'un mouvement relatif tel que le balayage total de la première soit assuré par la seconde, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur haute fréquence pour produire autant de fréquences différentes que de voies et un modulateur acousto-optique pour diffracter le rayon laser initial en
30 autant de rayons secondaires que de voies et pour les moduler, la source de lumière étant constituée par le pinceau des rayons diffractés.

4. Dispositif de traçage optique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'organe de positionnement est un tambour rotatif (1) et en ce que l'organe de support de la source de lumière est une table
35 (2) à déplacement linéaire, ladite table se déplaçant selon un axe parallèle à l'axe du tambour.

5 5. Dispositif de traçage optique selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une unité de contrôle (120) du débit des informations et de la synchronisation des déplacements, une unité de commande acousto-optique (110) et un générateur haute fréquence (100).

6. Dispositif de traçage optique selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une unité de contrôle du débit des informations et de la synchronisation des déplacements et une unité de commande acousto-optique.

10 7. Dispositif de traçage optique selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'image de la source de lumière (130) constituée par la juxtaposition linéaire de l'extrémité des fibres optiques de guidage des rayons laser secondaires sur la feuille photosensible est discontinue, ladite image ne représentant qu'une partie des informations
15 nécessaires pour balayer complètement une surface de la largeur de l'image, le balayage complet de ladite surface étant obtenu par intercalage ultérieur d'au moins une autre image discontinue dans une image discontinue.

20 8. Dispositif de traçage optique selon la revendication 4, caractérisé en ce que la table (2) à déplacement linéaire progresse à vitesse constante.

9. Dispositif de traçage optique selon les revendications 4 et 7, caractérisé en ce que la table (2) à déplacement linéaire progresse par saut.

PL 1/2

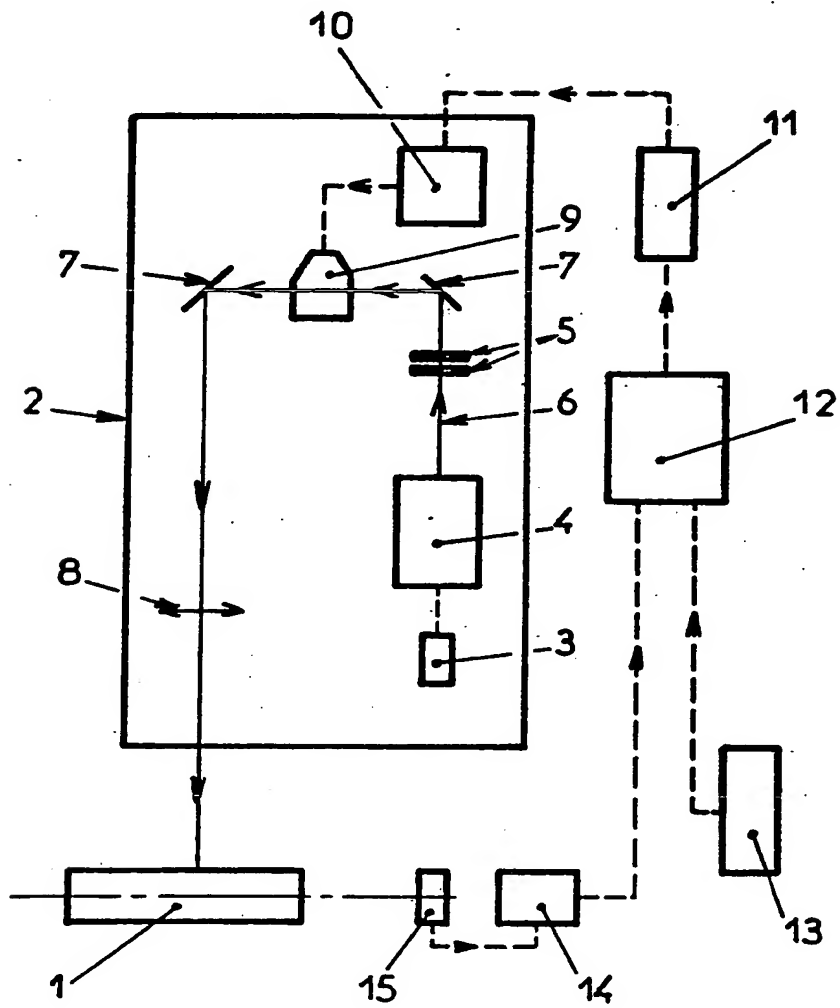


Fig 1

PL 2/2

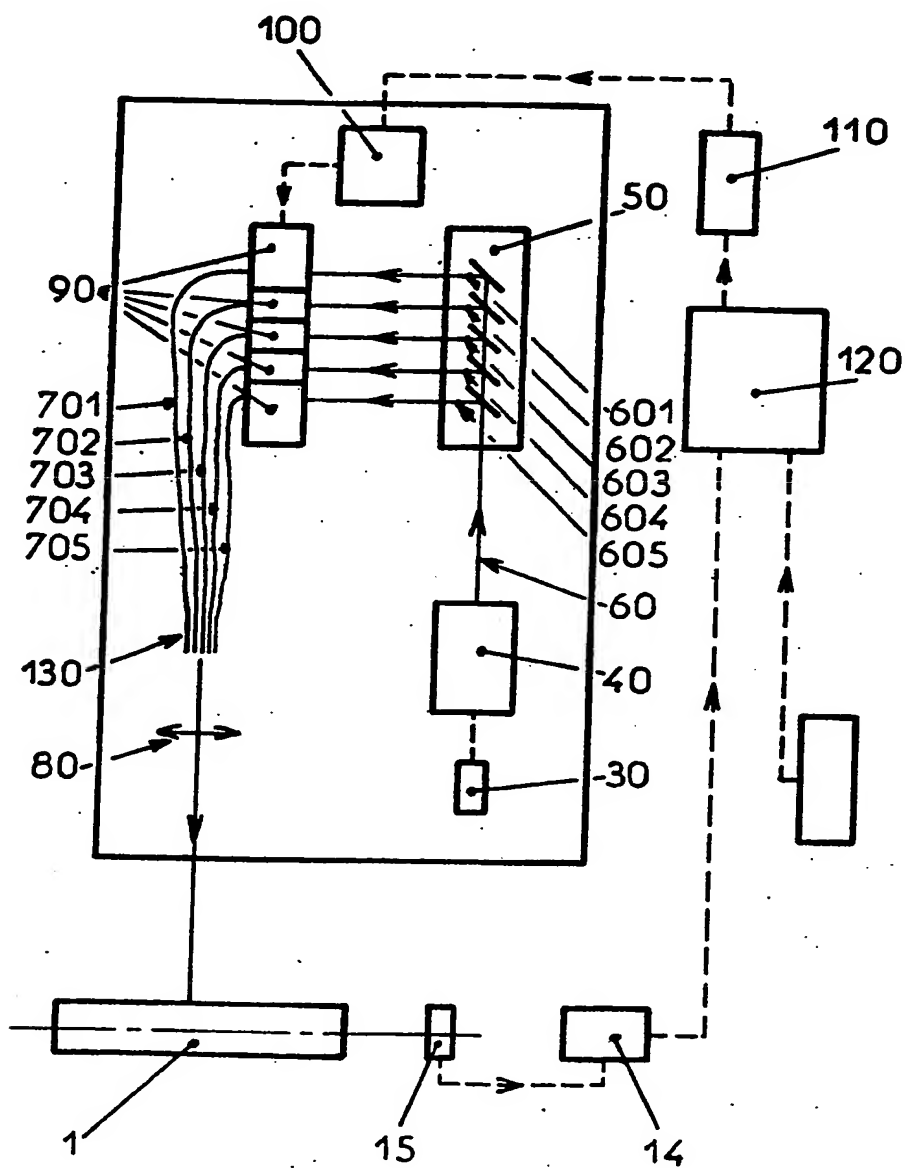


Fig 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.